

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許出願公告番号

特公平7-96147

(24) (44) 公告日 平成7年(1995)10月18日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 11/06	3 3 0 B			
B 2 3 K 26/00	J			
26/06	A			

請求項の数4(全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平3-12687

(22) 出願日 平成3年(1991)1月11日

(65) 公開番号 特開平4-238654

(43) 公開日 平成4年(1992)8月26日

(71) 出願人 000006655
新日本製鐵株式会社
東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 南田 勝宏
神奈川県相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鐵株式会社 第二技術研究所内

(72) 発明者 城戸 基
神奈川県相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鐵株式会社 第二技術研究所内

(72) 発明者 西澤 文彦
福岡県北九州市戸畑区大字中原46-59 新日本製鐵株式会社 機械・プラント事業部内

(74) 代理人 弁理士 秋沢 政光 (外1名)

審査官 沼沢 幸雄

(56) 参考文献 特開 平1-224187 (J P, A)

(54) 【発明の名称】 薄肉鋳片鋳造用冷却ドラムのディンプル形成方法

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄肉鋳片鋳造用冷却ドラムにディンプルを形成する方法において、 $0.30 \sim 1.07 \mu\text{m}$ の波長を有するレーザを用い、レーザの発振周期、出力、ビーム発散角のうち1もしくは複数の制御によって、径を $500 \mu\text{m}$ 以下、深さを $50 \mu\text{m}$ 以上、穴中心間の距離を穴径の 1.05 倍以上 5 倍以下とするディンプルを冷却ドラムの表面に形成することを特徴とする薄肉鋳片鋳造用冷却ドラムのディンプル形成方法。

【請求項2】 冷却ドラムの表面に形成するディンプルの縁の高さを、深さの $1/50$ 以下とする請求項1記載の薄肉鋳片鋳造用冷却ドラムのディンプル形成方法。

【請求項3】 複数のレーザ発振機を用い、1または複数の集光系で集光した請求項1記載の薄肉鋳片鋳造用冷却ドラムのディンプル形成方法。

2

【請求項4】 1台のレーザ発振機を用い、1つの集光系で集光し、この集光系を高速振動制御する請求項1記載の薄肉鋳片鋳造用冷却ドラムのディンプル形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ツインドラム方式、単ドラム方式、ドラム-ベルト方式等によって薄肉鋳片を連続鋳造するときに使用される冷却ドラム、およびこのドラムにディンプルを規則的および不規則に形成する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 連続鋳造の分野では、コストの切り下げ、新材質の創出等を目的として、最終形状に近い薄肉鋳片を熔融金属から直接的に製造する技術の開発が強く望まれている。この要求に応えるべく、内部冷却水冷機

構を備えた一對の冷却ドラムを使用するツインドラム方式、一本の冷却ドラムを使用する単ドラム方式、冷却ドラムとベルトとの間に湯だまり部を形成するドラム-ベルト方式等の各種方法がこれ迄提案され、その一部は工業生産のレベル迄達している。

【0003】これらの連続铸造においては、薄肉鋳片の表面性状を安定して高水準に維持することが重要である。すなわちこれらの連続铸造方法は、旧来の連続铸造設備によって製造されるスラブの場合と異なり、後続する工程で圧延される度合を小さくすることができる薄肉鋳片を得ることを意図して開発されたものである。

【0004】そのため、薄肉鋳片に肉厚変動、表面割れ等があると、これが製品表面の欠陥となって残り、商品価値を著しく損なう危険が大きい。そこで、良好な表面品質を持つ薄肉鋳片を安定して製造する為、種々の方法が検討され提案されている。

【0005】たとえば特開昭60-184449号公報では、冷却ドラムとして働くエアギャップを形成するように、冷却ドラムの周面に凹凸を設けることが提案されている。このエアギャップによって、冷却ドラムの抜熱能力が小さくなり、熔融金属の緩慢な冷却が行われる。その結果、凝固シェルの厚みが板幅方向で均一化され、形状特性の優れた薄肉鋳片が製造可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、周面に凹凸やディンプルを形成した冷却ドラムを使用して薄肉鋳片の製造を行うと、得られた鋳片の表面に横皺が発生しやすい。この原因を図を参照しながら説明する。

【0007】図3は、ツインドラム方式の連続铸造機における一方の冷却ドラムのメニスカス周辺部を示したものであるが、単ドラム方式、ドラム-ベルト方式にあっても同様な問題が生じる。

【0008】冷却ドラム1の周面に形成した凹凸、ディンプル2等によって、湯だまり部3に注入された熔融金属4に振動が付与され、表面波5が発生する。熔融金属4は、矢印D方向に冷却ドラム1が回転するに伴って、冷却ドラム1の周面で冷却されて凝固シェルとなり、ドラムギャップに送られる。

【0009】このとき湯面に表面波5が発生していると、熔融金属4と冷却ドラム1周面との接触状態が悪化し、界面に不規則な隙間が生じ易くなる。この隙間によって冷却ドラム1に対する伝熱量が低下し、凝固シェルの成長や冷却速度が鋳片の長手方向に不規則に変化する。

【0010】その結果、铸造された薄肉鋳片に横皺が発生する。また横皺発生に至らないまでも、表面波5によって凝固シェルの成長や冷却条件が不規則に変動するため、薄肉鋳片の熱履歴が局所的に異なったものとなる。

【0011】この熱履歴の相違は、製品表面に光沢ムラ、粗大結晶組織等の欠陥として現れ、特に表面性状を

重要視するステンレス鋼薄板等に於いては商品価値を著しく低下させる。この表面波5はディンプル2の穴径と穴深さと穴間隔が大きく関与しており、穴径を小さくすることと、穴深さを深くすること、穴間隔を小さくすることによって抑制の効果があることが判った。

【0012】しかしこの種のディンプル2は、通常エッチングにより形成されてきたため、小穴径かつ穴深さを大きくすることは困難であった。また穴間隔を自由に変化させることは時間的にも費用的にも負担が大きく実現可能ではなかった。

【0013】本発明は上記課題を解決した冷却ドラムのディンプル形成方法とディンプルの加工装置を提供する。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、薄肉鋳片铸造用冷却ドラムにディンプルを形成する方法において、 $0.30 \sim 1.07 \mu\text{m}$ の波長を有するレーザを用い、レーザの発振周期、出力、ビーム発散角のうち1もしくは複数の制御によって、径を $500 \mu\text{m}$ 以下、深さを $50 \mu\text{m}$ 以上、穴中心間の距離を穴径の 1.05 倍以上 5 倍以下とするディンプルを冷却ドラムの表面に形成することを特徴とする薄肉鋳片铸造用冷却ドラムのディンプル形成方法である。

【0015】また本発明は、上記形成方法において、冷却ドラムの表面に形成するディンプルの縁の高さを、深さの $1/50$ 以下とする。

【0016】また本発明は、上記形成方法において、複数のレーザ発振機を用い、1または複数の集光系で集光する。

【0017】また本発明は、上記形成方法において、1台のレーザ発振機を用い、1つの集光系で集光し、この集光系を高速振動制御する。

【0018】

【0019】

【作用】以下作用とともに、図面を用いて本発明を詳細に説明する。

【0020】図1にレーザドラム加工装置の一例を示す。レーザ発振機10から出たレーザビーム10aは、ベンディングミラー12によって加工ヘッド11内の集光用レンズ13に導かれ、ドラム1周面に集光される。このとき加工条件の制御により、ディンプル2の加工穴径と加工穴深さ、および穴の配置が制御可能である。

【0021】このときレーザビーム10aの波長を $0.30 \sim 1.07 \mu\text{m}$ としたのは、加工すべきドラム1が通常、銅製、アルミ製又はニッケル製であり、 $1.07 \mu\text{m}$ 以上の波長のレーザ光では吸収率が低すぎ、能率的な加工が得られない。

【0022】また $0.30 \mu\text{m}$ 以下の波長に於いては、加工のプロセスにおいて、それ以上の波長のレーザによる熱加工と異なり、化学的な反応による加工が主になる

ために、効果的な加工が不可能となることによる。

【0023】レーザ発振の周期を制御する理由としては、ディンプル2の加工位置に規則性、不規則性を付けることが可能であり、熔融金属に発生する表面波の抑制に有効である。

【0024】レーザ出力を制御する理由としては、主に穴の深さがレーザ出力に比例し、表面波が穴深さと負の相関関係をもつために、表面波の抑制に有効であるためである。

【0025】ビーム発散角を制御する理由としては、ビーム発散角と加工ディンプル径がほぼ正比例し、ディンプル径が表面波の発生に負の相関を持つため、発生する表面波の抑制に有効であるためである。

【0026】ディンプル穴径と、穴深さとの表面波に対する良好な条件は、図3に示されるように、穴径が500 μ m以下で、穴深さが50 μ m以上の場合特に抑制が行われることが判る。

【0027】この場合ディンプル2中心の間隔を穴径の1.05倍以上としたのは、これ以下であると熔融金属とドラムの接触面積が少なすぎるため、熔融金属よりドラム1に充分な伝熱が得られず、凝固シェルの安定した成長が不可能となる為であり、また5倍以上とすると、ドラム上のディンプル2の効果である熔融金属の緩慢な放熱が得られないことによる。

【0028】これらディンプル位置を積極的に制御し発生する表面波を効果的に抑制する手法としては、図1のように複数のレーザ発振機10を並べ、各々のレーザ発振周期を制御する手法や、一台のレーザ発振機を用い集光系を高速振動させることにより実現可能である。

【0029】図2に示す1台のレーザ発振機10を用い、集光系を高速発振させてディンプル2の位置制御を行う手法の一例として、レンズ13をレーザビーム10aに対して偏心させ高速回転させるこちにより実現する例をあげている。

【0030】またレーザの熱加工において、特徴とされる加工蒸散物による加工部周辺の縁の盛り上がり部分は、薄肉鋳片の表面性状を著しく低下させるが、レーザの出力エネルギーを30mJ～100mJ、パルス幅を100ns程度、レーザ発散角を3mrad以下に制御することにより、図4に示すようにディンプル2の形状である縁2aの高さ20をディンプルの深さ21の1/50以下とすることができ、この場合薄肉鋳片の表面性状は問題ないことが判った。

【0031】またレーザドラム加工装置は、例えば図1に示されるように、ドラム受け15によって保持されたドラム1を、その軸を中心に回転させるドラム回転機構14を持つ。この装置によりドラムを回転させ、円周方向にディンプル加工を可能とする。

【0032】さらにレーザ加工ヘッド11は加工掃引機構11aによってドラム軸方向に移動が可能である。こ

の装置によりディンプルを軸方向に分布させる事が可能となる。これらの移動機構はコンピュータ制御されており、自由に配置デザイン可能である。

【0033】

【実施例】<実施例1>薄肉鋳片鋳造用ドラムに対するディンプルの形成において、レーザ出力としてパルス当たりのエネルギーは各々70, 80, 90, 100mJで、500パルス/秒、発散角3mradのYAGレーザ4台を用い、集光用レンズ($f=100$ mm)にそれぞれ20度の角度をもたせ、ディンプルの中心の間隔がそれぞれ200 μ mから250 μ mとなるように投入した。

【0034】この結果ドラム周面には、穴径120, 150, 170, 180 μ m、穴深さ100 μ m以上、縁の高さ1 μ mのディンプルが形成でき、5mm厚で表面性状の良好な薄肉鋳片が製造された。

【0035】<実施例2>薄肉鋳片鋳造用ドラムに対するディンプルの形成において、レーザ出力としてパルス当たりのエネルギーは各々80mJで、10パルス/秒、発散角3mradのアレキサンドライトレーザを用い、集光用レンズ($f=50$ mm)に投入した。

【0036】この結果、ドラム周面には穴径100 μ m、穴深さ200 μ m、穴中心の間隔がそれぞれ120 μ mから150 μ m、縁の高さ3 μ mのディンプルが形成でき、5mm厚で表面性状の良好な薄肉鋳片が製造された。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によるディンプル形成方法によれば、冷却ドラムの表面に、穴径を小径に抑制しかつ穴深さを深くしたディンプルを、規則的あるいは不規則的な間隔で容易に形成することが出来、それぞれの鋳片に適した表面性状の良好な薄肉鋳片が安定して製造される。

【図面の簡単な説明】

【図1】複数のレーザを用いた本発明例で使用したディンプル加工装置の略側面図である。

【図2】一台のレーザを用いた本発明例のディンプル位置制御の一例を示す概略図である。

【図3】ディンプル径とディンプル深さの表面波抑制間係を表す図面である。

【図4】レーザにより加工されたディンプルの断面図である。

【図5】従来の方法における冷却ドラムのメニスカス周辺の熔融金属の状態を示す斜視図である。

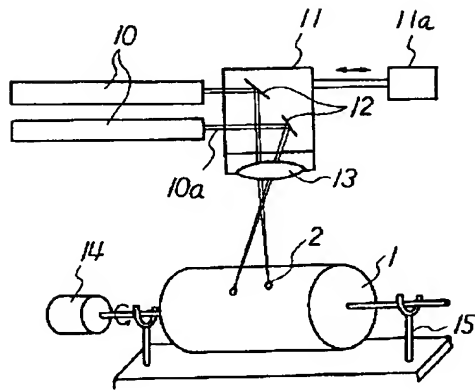
【符号の説明】

- 1 冷却ドラム
- 2 ディンプル
- 2a ディンプルの縁
- 3 湯だまり部
- 4 熔融金属

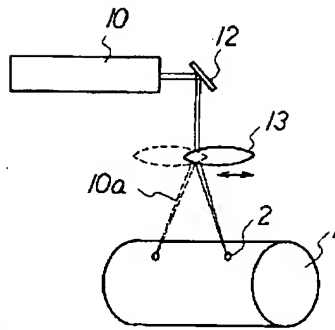
- 5 表面波
 10 レーザ発振機
 10a レーザビーム
 11 加工ヘッド
 11a 加工掃引機構
 12 ベンディングミラー

- 13 集光レンズ
 14 ロール回転機構
 15 ドラム受け
 20 縁の高さ
 21 デンプル深さ

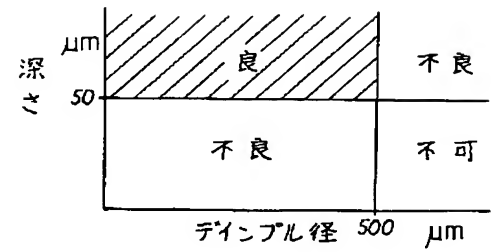
【図1】



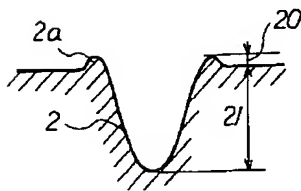
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

